

## **CAPÍTULO III · CHAPITRE III**

Investigaciones del IEO (Instituto Español de Oceanografía)  
en la Sostenibilidad Ambiental y Gestión Integrada  
del Medio Litoral Transfronterizo

---

Recherches de l'IEO (Institut Espagnol d'Océanographie)  
sur la Durabilité Environnementale et la Gestion Intégrée  
du Milieu Littoral Transfrontalier

Índice de contenidos

I. INDICADORES DEL ESTADO ECOLÓGICO DE ZONAS LITORALES .....59

Designación de zonas litorales, selección y valoración de indicadores  
*G. González-Lorenzo, M.T.G. Santamaría, D. de Armas, S. Jiménez, S. González-Gil, J.F. González, C. Boza, A. Bartolomé, O. Tello, C.L. Hernández-González, P. Martín-Sosa, J.E. Rodríguez, E.L. González, Y. González*

Análisis multicriterio para establecer el estado ambiental de las zonas litorales  
*M. González, Y. Pérez, G. González-Lorenzo, J.R. Betancort, A. Bilbao, O. Tello, D. de Armas, M.T.G. Santamaría, V. Cedeño, B. Suárez-Reina, S. Jiménez, S. González-Gil*

II. RED DE INVESTIGACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL LITORAL .....91

*G. González-Lorenzo, M.T.G. Santamaría, C.L. Hernández-González*

Panel mixto de expertos en gestión ambiental

Programas de vigilancia: basuras marinas y fondeaderos

III. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA LITORAL.....96

Máster Internacional en gestión integrada y valorización de zonas litorales  
*M.T.G. Santamaría, S. Jiménez, P. Martín-Sosa*

IV. BIBLIOGRAFÍA.....97

Table des matières

I. INDICATEURS DE L'ÉTAT ECOLOGIQUE DE ZONES LITTORALES .....59

Désignation de zones littorales, sélection et évaluation d'indicateurs  
*G. González-Lorenzo, M.T.G. Santamaría, D. de Armas, S. Jiménez, S. González-Gil, J.F. González, C. Boza, A. Bartolomé, O. Tello, C.L. Hernández-González, P. Martín-Sosa, J.E. Rodríguez, E.L. González, Y. González*

Analyse multicritère pour établir l'état environnemental des zones littorales  
*M. González, Y. Pérez, G. González-Lorenzo, J.R. Betancort, A. Bilbao, O. Tello, D. de Armas, M.T.G. Santamaría, V. Cedeño, B. Suárez-Reina, S. Jiménez, S. González-Gil*

II. RÉSEAU DE RECHERCHE POUR LA DURABILITÉ ENVIRONNEMENTALE LITTORALE .....91

*G. González-Lorenzo, M.T.G. Santamaría, C.L. Hernández-González*

Panel mixte d'experts en gestion environnementale

Programmes de surveillance: déchets marins et mouillages

III. TRANSFERT DE CONNAISSANCES POUR LA GESTION INTÉGRÉE LITTORALE.....96

Master International en Gestion Intégrée et valorisation de zones littorales  
*M.T.G. Santamaría, S. Jiménez, P. Martín-Sosa*

IV. BIBLIOGRAPHIE .....97

## **I. INDICADORES DEL ESTADO ECOLÓGICO DE ZONAS LITORALES**

### **DESIGNACIÓN DE ZONAS LITORALES, SELECCIÓN Y VALORACIÓN DE INDICADORES**

#### **INTRODUCCIÓN**

Entre los objetivos del proyecto OMARCOST figura la implementación de una estrategia para la sostenibilidad ambiental marina del territorio transfronterizo, que en colaboración con los actores adecuados de cada región, plantea en propuestas de control y seguimiento de la calidad ambiental marina, así como la identificación de indicadores en la evaluación ambiental de zonas litorales. Así, se procedió a la selección y análisis de las zonas litorales previstas en cada región, incluyendo el análisis de la información existente y de los diversos estudios realizados en estas áreas relacionados con sus comunidades y tipos de hábitats, estado de conservación de los mismos, superficies ocupadas, tipo e intensidad de los usos desarrollados en éstas, caracterización e intensidad de los impactos existentes, etc.

## **I. INDICATEURS DE L'ÉTAT ÉCOLOGIQUE DE ZONES LITTORALES**

### **DÉSIGNATION DE ZONES LITTORALES, SÉLECTION ET ÉVALUATION D'INDICATEURS**

#### **INTRODUCTION**

Parmi les objectifs du projet OMARCOST figure l'exécution d'une stratégie pour la durabilité environnementale marine du territoire transfrontalier, qui, avec la collaboration des acteurs adéquats de chaque région, offre des propositions de contrôle et de suivi de la qualité environnementale marine, ainsi que l'identification d'indicateurs pour l'évaluation environnementale de zones littorales. Nous avons donc procédé à la sélection et à l'analyse des zones littorales prévues dans chaque région, en incluant l'analyse de l'information déjà existante et des diverses études réalisées dans ces zones en fonction de leurs communautés et des types d'habitats, de l'état de conservation de ces derniers, des superficies occupées, du type et de l'intensité des utilisations développées dans celles-ci, de la caractérisation et de l'intensité des impacts existants, etc.

## METODOLOGÍA

Se eligieron las islas de Fuerteventura (por su proximidad a la costa de la región de Souss-Massa Drâa, zona de influencia de los socios marroquíes) y la isla de El Hierro (por el conocimiento previo del IEO en los aspectos a tratar, así como por el interés ecológico tras la reciente erupción del volcán). Para la obtención de la información *in situ* se realizaron 3 campañas en Fuerteventura (21-31 mayo 2013; 30 noviembre-8 diciembre 2013; 24 mayo-1 junio 2014) y 3 en El Hierro (21 junio-5 julio 2013; 2-11 octubre 2013; 14-21 junio 2014). La ubicación de las estaciones muestreadas en ambas islas queda reflejada en las figuras 1 a 9. Los indicadores ambientales se identificaron y jerarquizaron atendiendo a un enfoque ecosistémico, a partir tanto de las fortalezas como debilidades de cada uno de los tramos litorales analizados. Los requisitos adoptados para la selección de dichos indicadores fueron: ser medibles tanto cualitativa como cuantitativamente, comprensibles, fáciles de usar e interrelacionar, tener dimensión espacial y temporal, ser objetivos, sensibles a los cambios y permitir el diagnóstico y pronóstico en función de la detección de situaciones de alerta ambiental.

## MÉTHODOLOGIE

Les îles de Fuerteventura (pour sa proximité avec la côte de la région de Souss-Massa Drâa, zone d'influence des partenaires marocains) et l'île d'El Hierro (pour la connaissance préalable de l'IEO en ce qui concerne les aspects à traiter, ainsi que l'intérêt écologique suite à la récente éruption du volcan) ont été choisies pour l'étude. Pour l'obtention de l'information *in situ* 3 campagnes ont été réalisées à Fuerteventura (21-31 mai 2013; 30 novembre-8 décembre 2013; 24 mai-1er juin 2014) et 3 à El Hierro (21 juin-5 juillet 2013; 2-11 octobre 2013; 14-21 juin 2014). L'emplacement des stations échantillonnées sur les deux îles est présenté sur les figures 1 à 9. Les indicateurs environnementaux ont été identifiés et hiérarchisés en suivant une orientation écosystémique, tant à partir des forces que des faiblesses de chaque tronçon de littoral analysé. Les exigences adoptées pour la sélection de ces indicateurs ont été: être mesurables tant qualitativement que quantitativement, compréhensibles, facile à utiliser et à mettre en relation, avoir une dimension spatiale et temporelle, être objectifs, sensibles aux changements et permettre le diagnostic et le pronostique en fonction de la détection de situations d'alerte environnementale.

Los Indicadores seleccionados fueron los siguientes:

#### DIVERSIDAD BIOLÓGICA

- ♦ **Estado de la Lapa majorera (*Patella candei* d'Orbigny 1840).** Los muestreos se realizaron mediante recorridos a pie en la zona intermareal. Se registró la talla en milímetros de cada ejemplar. Estudio realizado en la isla de Fuerteventura.
- ♦ **Estado del Alga *Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin) C. Agardh 1820.** Los muestreos se realizaron mediante recorridos a pie en la zona intermareal y se realizaron las siguientes acciones: i) transectos perpendiculares (5 mínimo); ii) registro de parámetros ambientales (tipo de costa, sustrato, inclinación, rugosidad, % arena); iii) fotografías de la distribución del alga, etc.; iv) medida del ancho de banda, cobertura (en %) y altura; v) especies acompañantes. Estudio realizado en las islas de Fuerteventura y El Hierro.

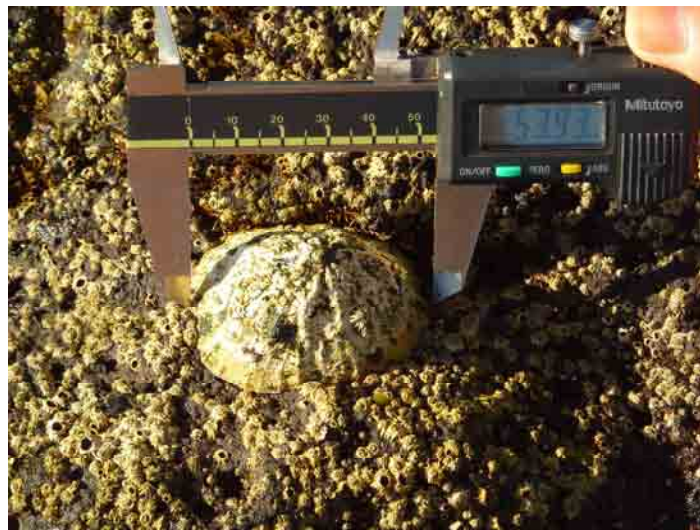
Les indicateurs sélectionnés ont été les suivants:

#### DIVERSITÉ BIOLOGIQUE

- ♦ **Etat de la Patelle de Fuerteventura (*Patella candei* d'Orbigny 1840).** Les échantillonnages ont été réalisés lors de parcours à pied sur la zone intertidale. La taille en millimètres de chaque exemplaire a été enregistrée. Etude réalisée sur l'île de Fuerteventura.
- ♦ **Etat de l'Algue *Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin) C. Agardh 1820.** Les échantillonnages ont été réalisés lors de parcours à pied sur la zone intertidale et les actions suivantes ont été réalisées: i) transects perpendiculaires (5 au minimum); ii) enregistrements de paramètres environnementaux (type de côte, substrat, inclinaison, rugosité, % de sable); iii) photographies de la distribution de l'algue, etc.; iv) mesure de la largeur de la bande, couverture (en %) et hauteur; v) espèces accompagnantes. Etude réalisée sur les îles de Fuerteventura et El Hierro.

**La lapa majorera es una especie que está incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas como en peligro de extinción**

La patelle de Fuerteventura est une espèce qui est incluse dans le Catalogue National d'Espèces Menacées sous la catégorie 'en danger de disparition



Registro de talla en mm de cada ejemplar.

Enregistrement de la taille en mm de chaque exemplaire.

Fotografía · Photographie: José Francisco Glez.

**El alga *Cystoseira abies-marina* es considerada una especie de interés para los ecosistemas canarios por el Catálogo Canario de Especies Protegidas y objeto de seguimiento en el Programa de Seguimiento de Especies Amenazadas (SEGA) realizado por la Viceconsejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma Canaria**

L'algue *Cystoseira abies-marina* est considérée comme une espèce d'intérêt pour les écosystèmes canariens par le Catalogue Canarien d'Espèces Protégées et objet de suivi dans le Programme de Suivi des Espèces Menacées (SEGA) réalisé par le Ministère Adjoint de l'Environnement de la Communauté Autonome Canarienne



*Cystoseira abies-marina*.

Fotografía · Photographie: José Francisco Glez.

- ♦ **Estado del Sebadal (praderas formadas por la fanerógama marina *Cymodosea nodosa* (Ucria) Ascherson.** El trabajo fue desarrollado por 2 buceadores-muestreadores en profundidades entre 8-15 m. En cada estación se realizaron 5 transectos de 10 m de largo distribuidos en radiales a partir del punto inicial seleccionado como localidad. Se registró la fragmentación y el % de cobertura, la densidad de pies o haces de plantas y la altura del sebadal en cm con un total de 10 réplicas por transecto. También se calculó la riqueza específica de peces y macroinvertebrados en cada transecto. Estudio realizado en la isla de Fuerteventura.
  
- ♦ **Estado de la Langosta herreña o langosta pintada (*Panulirus echinatus* Smith, 1869).** El trabajo se realizó mediante buceo con escafandra autónoma en la zona submareal, a través de censos visuales en los puntos seleccionados. En ningún momento se manipularon ni extrajeron ejemplares del medio durante el muestreo. Se estandarizó el esfuerzo empleado en la búsqueda de los ejemplares en 30 minutos. Estudio realizado en la isla de El Hierro.
  
- ♦ **Etat des Sebadales (prairies sous-marines formées par la phanérogame marine *Cymodosea nodosa* (Ucria) Ascherson.** Le travail a été réalisé par 2 plongeurs-échantillonneurs à une profondeur d'entre 8 et 15 m. Sur chaque station, 5 transects ont été réalisés de 10 m de large distribués radialement à partir du point initial sélectionné comme emplacement. Nous avons enregistré la fragmentation et le % de couverture, la densité de pieds ou tiges des plantes et la hauteur du sebadal en cm avec un total de 10 répliques par transect. Nous avons aussi calculé la richesse spécifique de poissons et de macroinvertébrés sur chaque transect. Etude réalisée sur l'île de Fuerteventura.
  
- ♦ **Etat de la Langouste d'El Hierro ou Langouste Peinte (*Panulirus echinatus* Smith, 1869).** Le travail a été réalisé lors de plongées avec scaphandre autonome dans la zone subtidale, par des recensements visuels dans les points sélectionnés. A aucun moment les exemplaires n'ont été ni manipulés ni extraits de leur milieu pendant l'échantillonnage. L'effort employé dans la recherche des exemplaires a été limité/standardisé à 30 minutes. Etude réalisée sur l'île d'El Hierro.

***C. nodosa*, que forma los “sebadales”, es una especie de interés, incluida en el Catálogo Canario de especies Protegidas**

*C. nodosa*, qui forme les “sebadales”, est une espèce d’intérêt, incluse dans le Catalogue Canarien d’Espèces Protégées



Muestreo en sebadales mediante transectos.

Echantillonnage dans les sebadales en utilisant des transects.

Fotografía · Photographie: Jaime E. Rodríguez.

**La langosta herreña, o langosta pintada, se encuentra en peligro de extinción según el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas**

La langouste d’El Hierro ou langouste peinte est en danger d’extinction selon le Catalogue National d’Espèces Menacées



*Panulirus echinatus*.

Fotografía · Photographie: Jaime E. Rodríguez.



ESTADO DE LAS ESPECIES EXPLOTADAS COMERCIALMENTE: Se estimaron abundancias, biomاسas y tallas de las especies de interés pesquero y/o ecológico de la reserva marina de El Hierro y su entorno; así como su evolución en el tiempo. El perímetro de la isla se dividió en zonas de pesca en base a sus características fisiográficas (figura 8). La metodología consistió en realizar embarques de observadores-muestreadores en barcos pesqueros profesionales.

ALTERACIÓN DE FONDOS MARINOS POR FONDEADEROS: Se cartografiaron los lugares de fondeo habituales de embarcaciones y se analizó el impacto que generan sobre los fondos y las comunidades marinas afectadas. En cada estación se caracterizó el tipo de embarcaciones fondeadas y se realizaron inmersiones para determinar el tipo de fondo y las comunidades bentónicas afectadas, etc. Estudio realizado en las islas de Fuerteventura y El Hierro.

PRESENCIA DE BASURAS MARINAS: Se consideran basuras marinas materiales como: plásticos, madera, metales, vidrio, goma, telas, papel, incluyendo los derivados de las actividades pesqueras. Las basuras se clasificaron de forma cualitativa. A su vez, cada estación se caracterizó en función del tipo de sustrato y de basura dominante. Estudio realizado en las islas de Fuerteventura y El Hierro.

ETAT DES ESPÈCES EXPLOITÉES COMMERCIALEMENT: Nous avons estimé l'abondance, la biomasse et la taille des espèces d'intérêt pour la pêche et/ou écologique de la réserve marine d'El Hierro et de ses alentours, ainsi que son évolution dans le temps. Le périmètre de l'île a été divisé en zones de pêche sur la base de leurs caractéristiques physiographiques (figure 8). La méthodologie a consisté à réaliser des embarcations d'observateurs-échantillonneurs à bord de bateaux de pêche professionnels.

ALTÉRATION DE FONDs MARINS PAR DES MOUILLAGES: Nous avons cartographié les lieux de mouillage habituels d'embarcations et nous avons analysé l'impact qu'ils génèrent sur les fonds et les communautés marines affectées. Dans chaque station, nous avons caractérisé le type d'embarcations ancrées et nous avons réalisé des immersions pour déterminer le type de fond et les communautés benthiques affectées, etc. Etude réalisée sur les îles de Fuerteventura et El Hierro.

PRÉSENCE DE DÉCHETS MARINS: On considère comme déchets marins des matériaux comme: le plastique, le bois, les métaux, le verre, le caoutchouc, les tissus, le papier, ainsi que les dérivés de l'activité de pêche. Les déchets ont été classés de façon qualitative. En même temps, chaque station a été caractérisée en fonction du type de substrat et de déchet dominant. Etude réalisée sur les îles de Fuerteventura et El Hierro.

**En el estudio de especies explotadas también se consideraron series históricas de datos obtenidos por el Centro Oceanográfico de Canarias del IEO en trabajos previos y periódicos**

Lors de l'étude d'espèces exploitées nous avons aussi tenu compte des séries historiques de données obtenues par le Centre Océanographique des Canaries de l'IEO lors de travaux précédent et périodiques



Pescador artesanal. Pêcheur artisanal.

**También se analizó el impacto que generan los fondeos sobre los fondos y las comunidades marinas. Esta cuestión se trata en la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina**

Nous avons aussi analysé l'impact généré par les mouillages sur les fonds et les communautés marines. Cette question est traitée dans la Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin



Ancla sobre *sebadal*. Ancre sur *sebadal*.

**La Directiva Marco de Estrategia Marina (2008/56/EC) considera las basuras, como uno de los factores que pueden afectar negativamente el buen estado ambiental marino**

La Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (2008/56/EC) considère les déchets comme un des facteurs qui peuvent affecter négativement le bon état environnemental marin



Cuadrante para el muestreo de basura.

Quadrant pour les déchets d'échantillonnage.

Fotografías · Photographies: José Francisco Glez.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ISLA DE FUERTEVENTURA

- ♦ **Lapa majorera (*Patella candei* d'Orbigny 1840):** Se distribuye en la zona superior del intermareal. A efectos comparativos, se utilizó información propia, basada principalmente en el estudio de esta especie en localidades seleccionadas en la isla de Fuerteventura e Isla de Lobos, por su idoneidad como estaciones fijas (figura 1). La tendencia observada sobre la evolución de las poblaciones de esta especie protegida es negativa, de manera similar a la descrita en los trabajos precedentes. El número de ejemplares fue menor en general, con la excepción de la estación de Punta del Tigre, lugar frecuentado por campistas, donde se observó un incremento considerable de ejemplares en relación a los observados en 2011. Esta dinámica poblacional parece apuntar al deficiente funcionamiento de las acciones encaminadas a la protección de la especie, puesto que en estaciones con mayor impacto antropogénico las poblaciones se recuperan; y por otra parte, en las localidades *a priori* mejor conservadas al estar situadas en áreas protegidas, éstas desaparecen.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### ÎLE DE FUERTEVENTURA

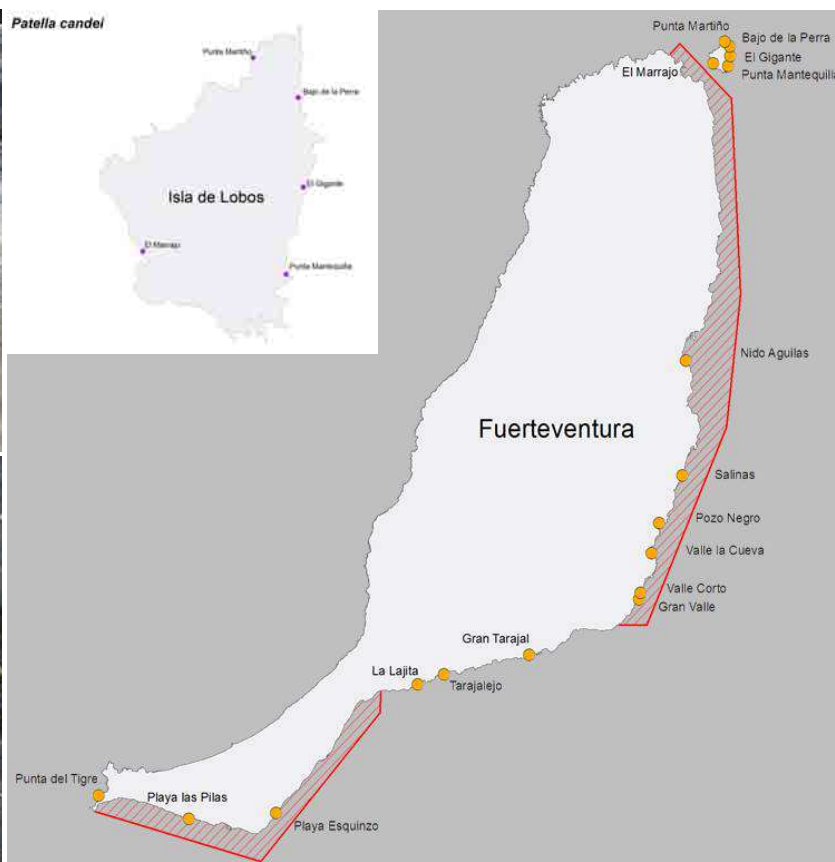
- ♦ **Patelle de Fuerteventura (*Patella candei* d'Orbigny 1840):** Elle se trouve sur la zone supérieure de l'intertidal. Afin de comparer, nous avons utilisé nos propres informations, basées principalement sur l'étude de cette espèce dans des emplacements sélectionnés sur l'île de Fuerteventura et l'île de Lobos, pour leurs situations idéales comme stations fixes (figure 1). La tendance observée sur l'évolution des populations de cette espèce protégée est négative, de manière similaire à celle décrite dans les travaux précédents. Le nombre d'exemplaires a été généralement inférieur, sauf dans le cas de la station de Punta del Tigre, lieu fréquenté par les campeurs, où nous avons observé une augmentation considérable d'exemplaires par rapport à ceux observés en 2011. Cette dynamique populationnelle semble indiquer une déficience dans le fonctionnement des actions orientées vers la protection de l'espèce, puisque dans des stations avec un plus fort impact anthropogénique les populations se récupèrent, et d'un autre côté dans des lieux *a priori* mieux conservés car ils sont situés dans des zones protégées, celles-ci disparaissent.



Muestreando el intermareal y detalle de la lapa.  
*Patella candei*.

Echantillonnage sur l'intertidal et détail d'une patelle.  
*Patella candei*.

Fotografías · Photographies: José Francisco Glez.



**Figura 1.** Mapa de situación de las localidades muestreadas para *Patella candei* en Fuerteventura e Isla de Lobos. Las áreas rayadas se corresponden con zonas de exclusión para el marisqueo.

Figure 1. Carte de localisation des lieux échantillonnés pour *Patella candei*    Fuerteventura et sur l'  le de Lobos. Les zones rayées correspondent à des zones d'exclusion pour la pêche aux coquillages.

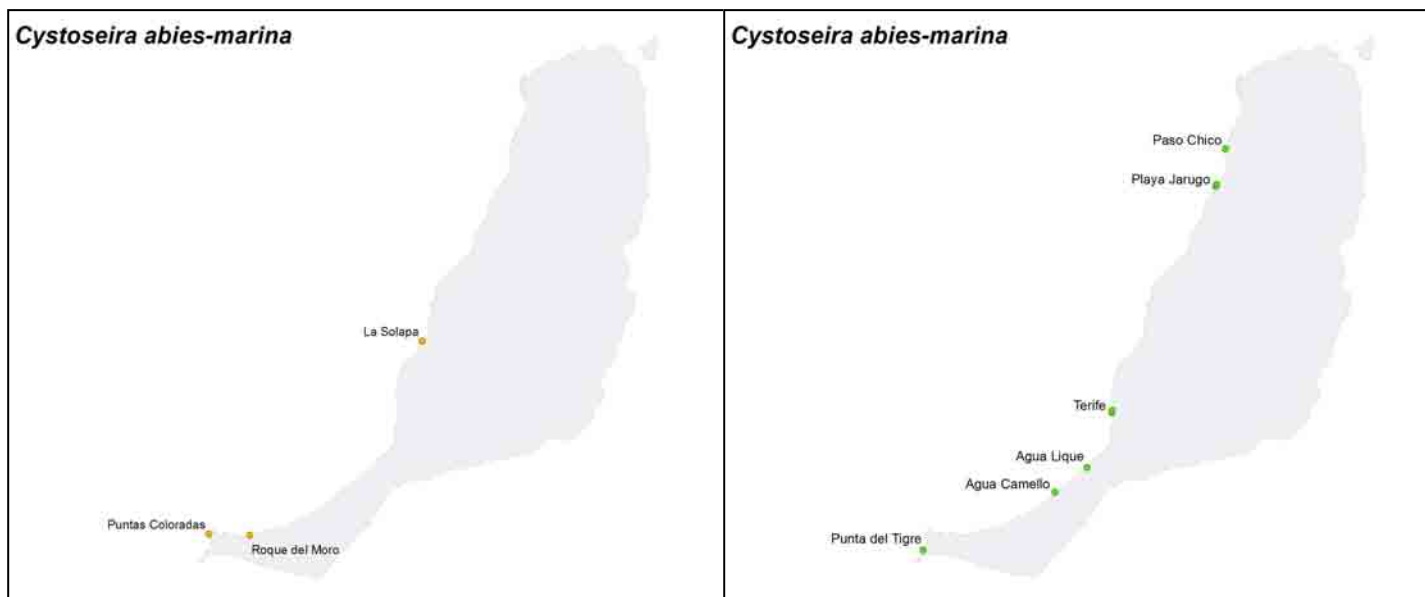
- ♦ **Alga *Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin) C. Agardh 1820:** Se desarrolla desde la parte inferior de la zona eulitoral hasta el sublitoral, alcanzando en ocasiones profundidades superiores a los 10 m. Se distribuye por el litoral de todas las islas del archipiélago canario ocupando los sustratos rocosos, donde forma una banda continua característica que marca el límite inferior de mareas. Se trata al parecer, a la vista de los trabajos previos, de una especie rara en el litoral de Fuerteventura. La evolución de las poblaciones de esta alga en Canarias presenta una tendencia de fuerte regresión a partir de mediados de la década de los 90 que se achaca tanto a la transformación del litoral, como al efecto del calentamiento de las aguas experimentado en este tiempo, al ser considerada una especie de afinidades templadas, razón por la cual se le considera una especie interesante para su utilización como indicadora de la evolución ambiental del litoral de Canarias. Nuestros resultados (figura 2) confirman la necesidad de profundizar en el conocimiento relativo a las cartografías biológicas y la actualización de la información existente sobre esta especie, que nos permitan comprender mejor la dinámica de sus poblaciones a fin de mejorar su uso como especie indicadora.
  
- ♦ **Algue *Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin) C. Agardh 1820:** Elle se développe depuis la partie inférieure de la zone eulittorale jusqu'au sublittoral, en atteignant certaines fois des profondeurs supérieures à 10m. Elle se trouve distribuée sur le littoral de toutes les îles de l'archipel Canarien où elle occupe des substrats rocheux, où elle forme une bande continue caractéristique qui marque la limite inférieure des marées. Il s'agit, apparemment, selon les travaux précédents, d'une espèce rare sur le littoral de Fuerteventura. L'évolution des populations de cette algue aux Canaries présente une forte tendance à la régression à partir de la moitié des années 90 qui est attribuée tant à la transformation du littoral qu'à l'effet du réchauffement des eaux que nous connaissons depuis cette époque, car elle est considérée comme une espèce ayant des affinités tempérées. C'est pour cette raison que c'est une espèce intéressante : pour son utilisation comme indicateur de l'évolution du littoral des Canaries. Nos résultats (figure 2) confirment le besoin d'approfondir nos connaissances relatives aux cartographies et à la mise à jour de l'information existante sur cette espèce, qui nous permettraient de mieux comprendre la dynamique de ses populations afin d'améliorer son utilisation comme espèce indicatrice.



*Cystoseira abies-marina*, se desarrolla desde la parte inferior del intermareal hasta, en ocasiones, los 10 m de profundidad.

*Cystoseira abies-marina*, se développe depuis la partie inférieure de l'intertidale jusqu'à, certaines fois, 10m de profondeur.

Fotografía · Photographie: José Francisco Glez.

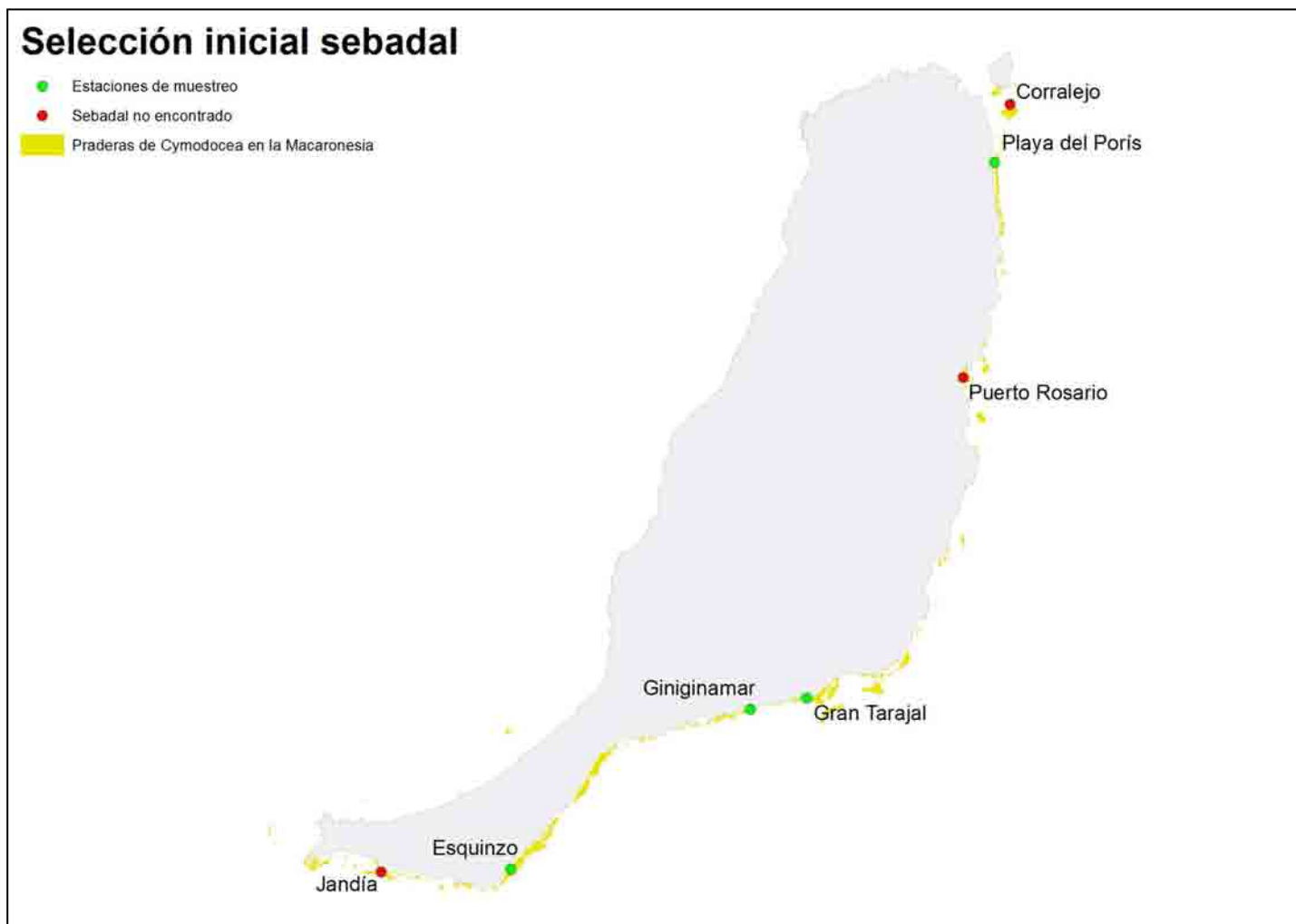


**Figura 2.** Estaciones de muestreo de las poblaciones del alga *Cystoseira abies-marina* (izq.) y nuevos registros (dcha.).

**Figure 2.** Stations d'échantillonnage des populations de l'algue *Cystoseira abies-marina* (gauche) et nouveaux enregistrements (droite) .



- ♦ ***Sebadal* (praderas formadas por la fanerógama marina *Cymodosea nodosa* (Ucria) Ascherson:** El objetivo inicial propuesto en el marco de este proyecto era el establecimiento de una red de estaciones fijas de muestreo, válida para programas de seguimiento y monitoreo temporal de las praderas de esta fanerógama marina. En este sentido, los resultados obtenidos en la selección de la red de estaciones fijas se vieron influenciados por la falta de correspondencia entre la existencia de *sebadales* y su ubicación en las cartografías bionómicas existentes. Así, de una selección inicial *a priori* en base a estas cartografías temáticas de 7 posibles localidades, se pudieron establecer 4 estaciones susceptibles de ser usadas como fijas en un plan de monitoreo, debido a que en las tres estaciones restantes seleccionadas no se encontró *sebadal* (figura 3). Sin embargo, la distribución de las estaciones finalmente seleccionadas parece apropiada para abarcar las diferentes condiciones fisiográficas existentes en la vertiente oriental del litoral de la isla, donde se encuentran estas praderas de fanerógamas.
  
- ♦ ***Sebadal* (prairies formées par la phanérogame marine *Cymodosea nodosa* (Ucria) Ascherson:** L'objectif initial proposé dans le cadre de ce projet était d'établir un réseau de stations fixes d'échantillonnage, valide pour des programmes de suivi et de surveillance temporaire des prairies de cette phanérogame marine. Dans ce sens, les résultats obtenus dans la sélection du réseau de stations fixes se sont vus influencés par le manque de correspondance entre l'existence de *sebadales* et leur localisation sur les cartographies bionomiques existantes. Ainsi, d'une sélection initiale *a priori* basée sur ces cartographies thématiques de 7 emplacements possibles, nous avons pu établir 4 stations susceptibles d'être utilisées comme stations fixes dans un plan de surveillance. En effet dans les trois stations restantes sélectionnées, nous n'avons pas trouvé de *sebadal* (figure 3). Cependant, la distribution des stations finalement sélectionnées semble appropriée pour englober les différentes conditions physiographiques existantes sur le versant oriental du littoral de l'île, où se trouvent ces prairies de phanérogames.



**Figura 3.** Distribución del *sebadal* según las cartografías del MARM y situación de las estaciones de muestreo establecidas como fijas (círculos verdes), así como las estaciones donde no se encontró *sebadal* (círculos rojos).

Figure 3. Distribution du *sebadal* selon les cartographies du MARM et situations des stations d'échantillonnage établies comme fixes (cercles verts), ainsi que les stations où nous n'avons pas trouvé de *sebadal* (cercles rouges).



- ♦ **Fondos marinos (fondeaderos):** Se cartografiaron y muestrearon todos los fondeaderos existentes en el litoral de la isla (figura 4), incluido el de Ajuy, denominado también Puerto de la Peña, utilizado principalmente por pescadores profesionales durante la época de verano. Asimismo, se cartografió el fondeadero del Puertito de Lobos, cuyo principal uso está relacionado con las actividades turísticas y recreativas. En ambos casos el sustrato dominante en la zona de fondeo fue arena sin comunidades macroscópicas. El fondeadero de Ginijinamar representó el único caso donde se registró una comunidad estructurada por una especie protegida incluida en una parte del área destinada al fondeo de embarcaciones, el fondo está ocupado por un *sebadal* distribuido a modo de parches al presentar un alto grado de fragmentación. Los utensilios utilizados para hacer los fondeos (principalmente rezones metálicos) y los cabos, generan un impacto negativo sobre esta comunidad, al arrancar las plantas los primeros y ejercer un efecto abrasivo los segundos. En el resto de localidades el sustrato predominante fue la mezcla arenales sin comunidades macroscópicas y pedregales.
  
- ♦ **Fonds marins (mouillages):** Nous avons cartographié et échantillonné tous les mouillages existants sur le littoral de l'île (figure 4), y compris celui d'Ajuy, aussi appelé Puerto de la Peña, utilisé principalement par des pêcheurs professionnels pendant l'été. Nous avons également cartographié le mouillage du Puertito de Lobos, dont l'utilisation principale est liée aux activités touristiques et récréatives. Dans les deux cas, le substrat dominant dans la zone de mouillage a été le sable sans communautés macroscopiques. Le mouillage de Ginijinamar représente le seul cas où nous avons enregistré une communauté structurée par une espèce protégée incluse dans une partie de la zone destinée au mouillage d'embarcations. Le fond est occupé par un *sebadal* distribué comme des tâches car il présente un fort degré de fragmentation. Les ustensiles utilisés pour faire les mouillages (principalement des grappins métalliques et les câbles), génèrent un impact négatif sur cette communauté, en arrachant les plantes pour les premiers et en ayant un effet abrasif pour les seconds. Dans le reste des emplacements, le substrat prédominant a été un mélange de sable sans communautés macroscopiques et des rocaïlles.



**Figura 4.** Situación de los fondeaderos estudiados durante las campañas realizadas.

Figure 4. Situation des mouillages étudiés pendant les campagnes réalisées.

- ♦ **Basuras marinas:** A modo de descripción cualitativa, puede decirse que las costas más afectadas por los acúmulos de basuras fueron las orientadas al Norte y Este de Fuerteventura e Isla de Lobos, junto a las orientadas al Norte y Noroeste del entorno de la Península de Jandía. En la figura 5 puede observarse, respectivamente, la ubicación y grados de acumulación de basuras (con predominio de materiales plásticos), así como la longitud y porcentaje del litoral prospectado según su grado de afección, en un total de 60 km de litoral de ambas islas.

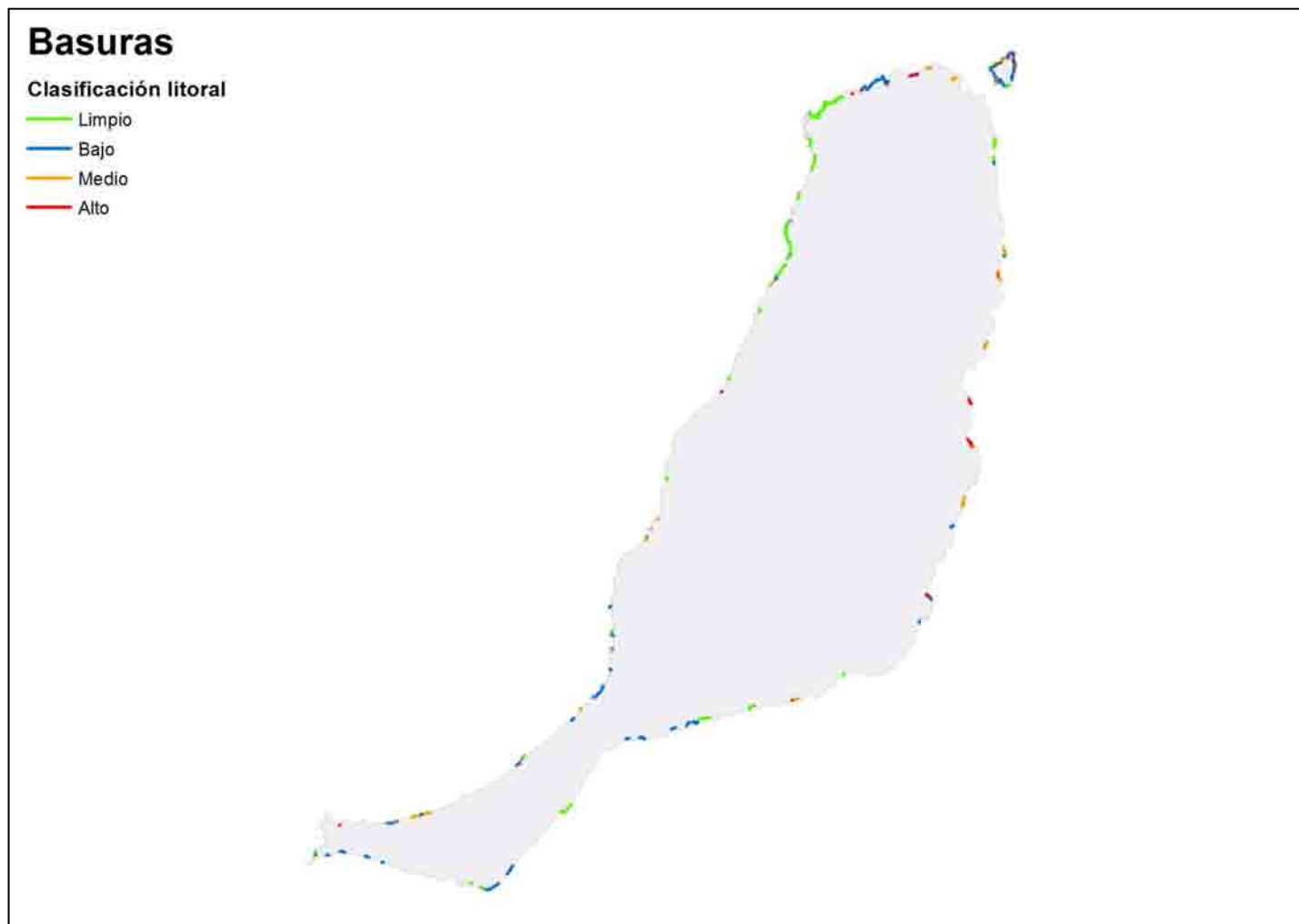


Algunos ejemplos de basuras encontradas en las islas de Fuerteventura y El Hierro.

Exemples de déchets trouvés sur les îles de Fuerteventura et El Hierro.

Fotografías · Photographie: José Francisco Glez.

- ♦ **Déchets marins:** Comme mode de description qualitative, on peut dire que les côtes les plus affectées par les accumulations de déchets ont été celles orientées au Nord et à l'Est de Fuerteventura et l'île de Lobos, ainsi que celles orientées au Nord et Nord-ouest des environs de la Péninsule de Jandía. Sur la figure 5, on peut observer, respectivement, l'emplacement et les degrés d'accumulation de déchets (avec une prédominance de matériaux plastiques), ainsi que la longueur et le pourcentage du littoral prospecté selon son degré d'affection, sur un total de 60 km de littoral des deux îles.



**Figura 5.** Acumulación de basuras con predominio de los materiales plásticos.

Figure 5. Accumulation de déchets avec une prédominance des matériaux plastiques.

ISLA DE EL HIERRO

- ♦ **Alga *Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin) C. Agardh 1820:** Las localidades de muestreo se presentan en la figura 6, siendo El Tamaduste, Punta de Miguel, Roque de la Hoya y Charco Manso las estudiadas en los Programas del Gobierno de Canarias (SEGA). Todas las poblaciones se disponían formando la típica banda continua en la zona limítrofe entre el intermareal y el submareal, a excepción de las estaciones de Tacorón y El Tamaduste, donde se distribuían en forma de parches o manchones. Sin embargo, el ancho de la banda era reducido, introduciéndose 2 ó 3 metros en el submareal como máximo, sin formar esas extensas praderas sumergidas que formaba esta alga en el pasado en las costas del archipiélago. La disposición geográfica de las estaciones propuestas en el programa SEGA, no parece la estrategia adecuada para posibilitar los trabajos en todas ellas durante la misma campaña, salvo en condiciones de calma total, ni parece conseguirse con ellas una buena replicación espacial. Así, se propone la implementación de una red de estaciones fijas de seguimiento que tuviera en cuenta estos problemas, y que además, fuera representativa de la diversidad fisiográfica del litoral de El Hierro como lo son las empleadas en este trabajo.

ÎLE D'EL HIERRO

- ♦ **Algue *Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin) C. Agardh 1820:** Les emplacements d'échantillonnage sont présentés sur la figure 6, les stations d'El Tamaduste, Punta de Miguel, Roque de la Hoya et Charco Manso les stations étudiées dans les Programmes du Gouvernement des Canaries (SEGA). Toutes les populations étaient disposées en bande continue typique sur la zone limitrophe entre l'intertidal et le subtidale, à l'exception des stations de Tacorón et El Tamaduste, où elles étaient distribué en formes de tâches. Cependant, la largeur de la bande était réduite: elle s'introduisait à 2 ou 3 mètres dans le subtidale au maximum, sans former ces prairies étendues submergées que formait cette algue dans le passé sur les côtes de l'archipel. La disposition géographique des stations proposées dans le programme SEGA, ne semble pas être la stratégie adéquate pour rendre possible les travaux sur toutes les stations pendant la même campagne, sauf dans les cas de calme total, ni pour obtenir une bonne répétition spatiale. Ainsi, nous proposons la mise en place d'un réseau de stations fixes qui tiendrait compte de ces problèmes et qui en plus seraient représentatives de la diversité physiographique du littoral d'El Hierro comme le sont celles utilisées dans ce travail.



**Figura 6.** Situación de las estaciones de muestreo para las poblaciones del alga *Cystoseira abies-marina*.

*Figure 6. Situation des stations d'échantillonnage pour les populations de l'algue Cystoseira abies-marina.*

- ♦ **Langosta herreña o langosta pintada (*Panulirus echinatus* Smith, 1869):** En Canarias se ha confirmado su presencia en las islas occidentales. Los ejemplares suelen refugiarse en cuevas o grietas cercanas a la línea de costa a profundidades inferiores a 20 m, con predominio del sustrato rocoso. Los antecedentes sobre el estudio de la biología y dinámica de poblaciones en Canarias son inexistentes y a modo de ejemplo ilustrativo, por el momento no se han observado juveniles. Los trabajos realizados hasta ahora se han centrado principalmente en estimar la población existente mediante censos visuales en el marco de los proyectos SEGA (Gobierno de Canarias) durante los años 2002, 2005 y 2008. Además, existe información propia del IEO, desde 2003 hasta 2010. La situación de las estaciones muestreadas por el IEO en este Proyecto se presentan en la figura 7. La evolución de las poblaciones parece seguir una tendencia positiva durante el periodo de estudio. En general, los resultados obtenidos fueron inesperados, ya que la zona más afectada por los efectos del volcán submarino fue en la que más individuos se encontraron, remarcando aún más si cabe, el desconocimiento existente sobre esta especie en Canarias.
  
- ♦ **Langouste d'El Hierro ou Langouste peinte (*Panulirus echinatus* Smith, 1869):** Aux Canaries, sa présence a été confirmée dans les îles occidentales. Les exemplaires se réfugient habituellement dans des grottes ou des fissures proches à la ligne de côte à des profondeurs inférieures à 20m, ayant une prédominance de substrat rocheux. Les antécédents sur l'étude de la biologie et la dynamique de populations aux Canaries sont inexistantes et comme exemple illustratif, pour le moment, aucun jeune n'a été observé. Les travaux réalisés jusqu'à maintenant se sont concentrés principalement sur l'estimation de la population existante par le biais de recensements visuels dans le cadre des projets SEGA (Gouvernement des Canaries pendant les années 2002, 2005 et 2008). De plus, il existe des informations propres à l'IEO, de 2003 à 2010. La situation des stations échantillonnées par l'IEO dans ce Projet est présentée dans la figure 7. L'évolution des populations semble suivre une tendance positive durant la période d'étude. En général, les résultats obtenus ont été inespérés, puisque la zone la plus affectée par les effets du volcan sous-marin a été la zone où nous avons trouvé le plus d'individus. Une fois de plus, il faut souligner la méconnaissance qui existe sur cette espèce aux Canaries.

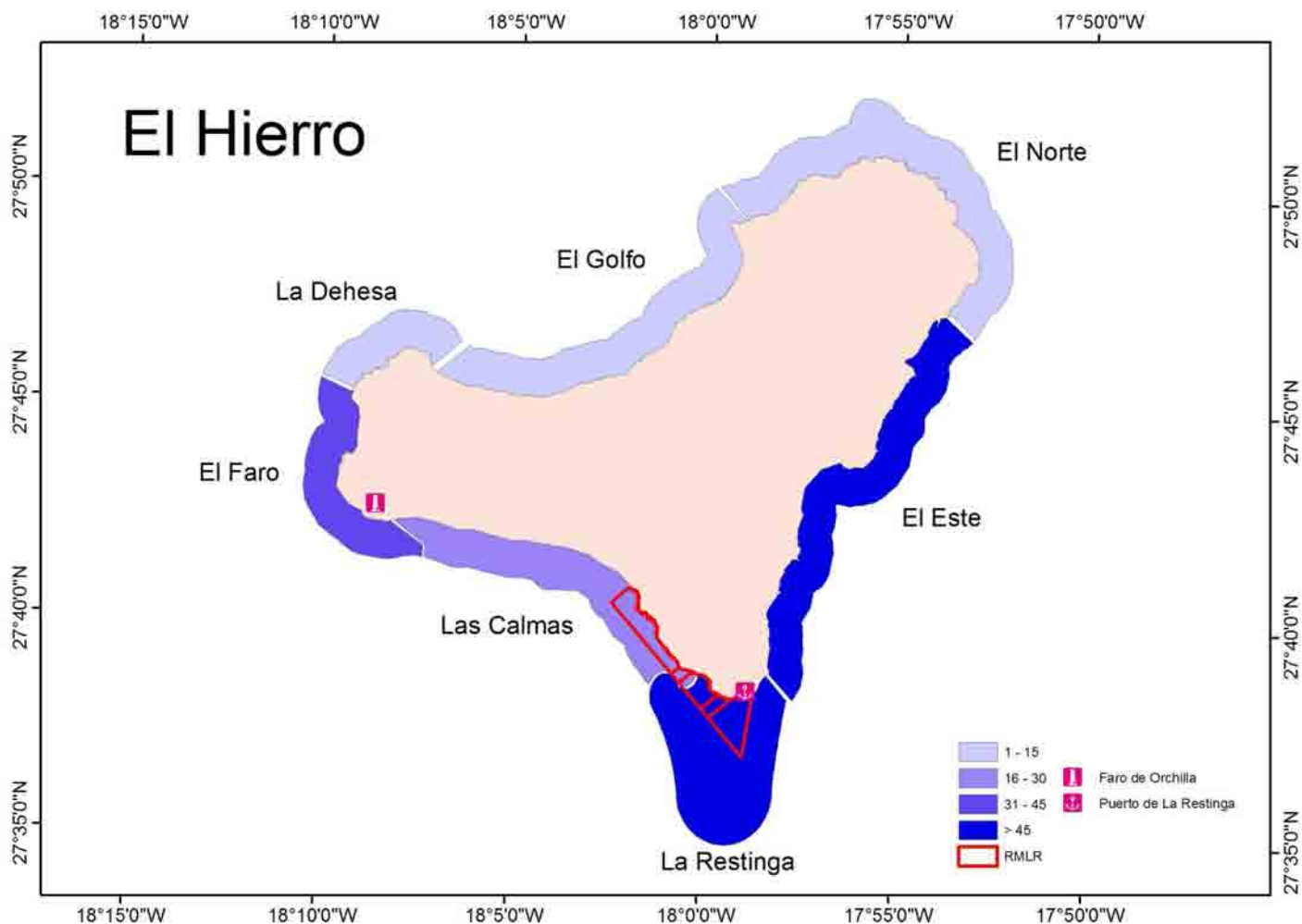


**Figura 7.** Situación de las estaciones muestreadas para las poblaciones de langosta.

Figure 7. Situation des stations échantillonnées pour les populations de langouste.



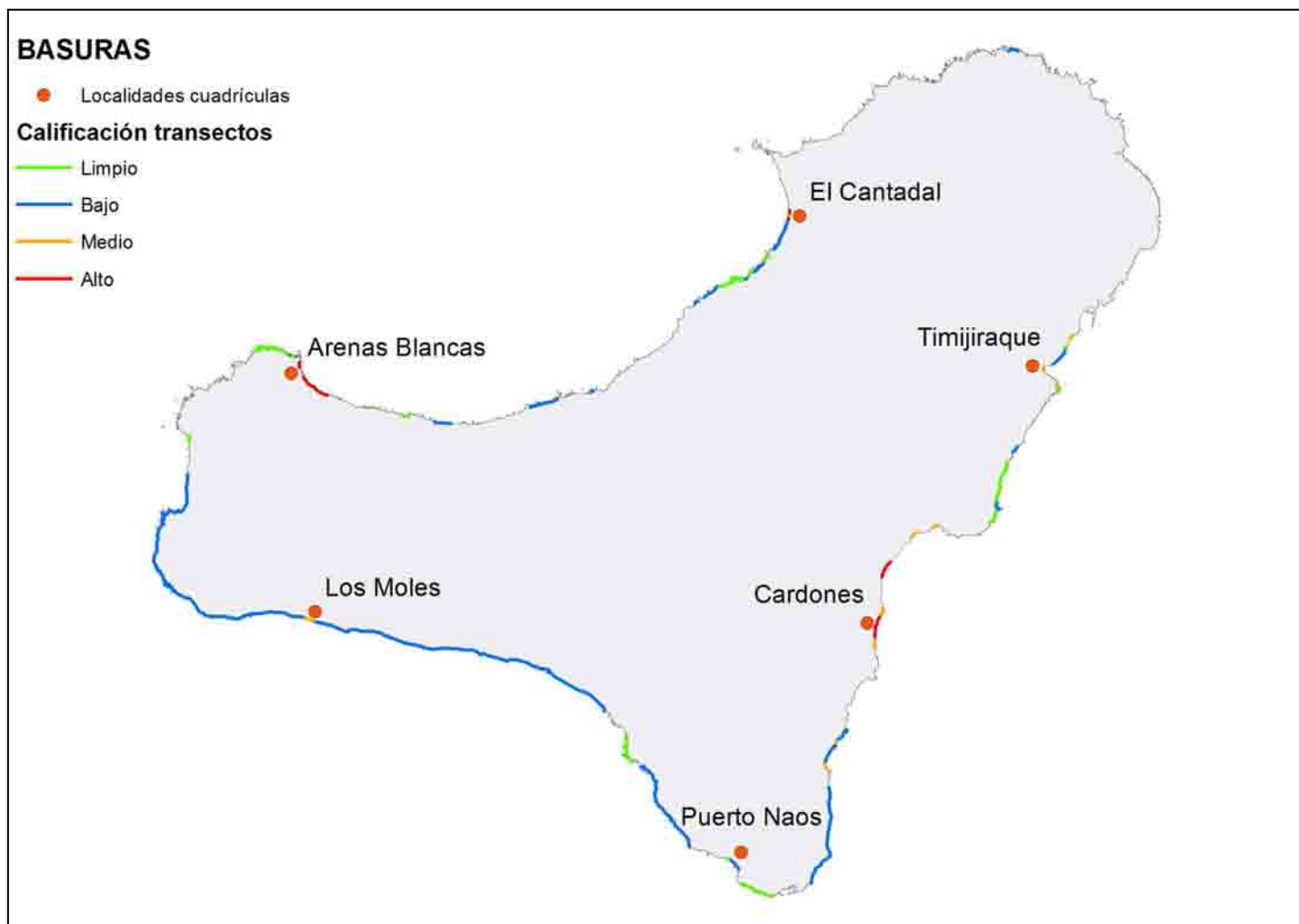
- ♦ **Especies explotadas comercialmente:** Se realizaron embarques de observadores científicos en pesqueros artesanales de La Restinga, con salida y regreso el mismo día (figura 8). Los métodos de pesca más representativos fueron la pesca al alto, el puyón, tambor de morenas, marisqueo de lapas y la pesca a liña con cebo muerto. Las especies más representadas en orden de importancia fueron: vieja (*Sparisoma cretense*), alfonsiño (*Beryx splendens*), morenas (*Muraena augusti* y *Gymnothorax unicolor*) y cabrilla (*Serranus atricauda*), entre otras. En la pesca “al alto” (pesca de recursos profundos), las toninas (delfines) tienen un importante impacto sobre esta actividad, al llevarse las capturas en el momento de ser izado el aparejo y obligar a cambiar de zona de pesca. Esto representa una de las principales demandas del sector tanto hacia la comunidad científica como por parte de la administración. Destacar que el sector pesquero de esta isla es singular en su gestión de los recursos, pues se organizan autoimponiéndose restricciones relativas a cupos de pesca o tallas mínimas de especies de las que ya se dispone información científica suficiente para regular, como es el caso de las morenas, pero que aún no se ha implementado en la legislación pesquera.
- ♦ **Espèces exploitées commercialement:** Des embarquements d’observateurs scientifiques à bord de bateaux de pêche artisanaux de La Restinga ont été réalisés, avec une sortie et un retour le même jour (figure 8). Les méthodes de pêche les plus représentatives ont été la pêche “al alto”, le “puyón”, la nasse pour murènes, la pêche à pied de patelle et la pêche à la ligne avec appât mort. Les espèces les plus représentées par ordre d’importance ont été: la vieille (*Sparisoma cretense*), le béryx (*Beryx splendens*), les murènes (*Muraena augusti* y *Gymnothorax unicolor*) et l’ondelette (*Serranus atricauda*), entre autres. Dans la pêche “al alto” (pêche de ressources profondes) les thonines (dauphins) ont un impact important sur cette activité, car ils emportent les captures au moment où elles sont hissées à bord obligeant ainsi les pêcheurs à changer de zone de pêche. Cela représente une des principales demandes du secteur tant vers la communauté scientifique que vers l’administration. Il faut remarquer que le secteur de pêche de cette île est singulier dans sa gestion des ressources: en effet ils s’organisent en s’auto-imposant des restrictions relatives aux quotas de pêche ou aux tailles minimum d’espèces sur lesquelles on dispose déjà d’information scientifique suffisante pour les réguler, comme c’est le cas des murènes, mais qui n’a pas encore été mis en place par la législation de pêche.



**Figura 8.** Número total de pescas por zona.

Figure 8. Nombre total de pêches par zone.

- ♦ **Fondos marinos (fondeaderos):** Sólo existe un fondeadero habitual en la zona de Las Puntas del litoral de El Golfo, en el municipio de Frontera. Se utiliza principalmente en verano, puesto que es una zona sin abrigo orientada al norte y se ve afectada por los temporales con esa componente. Las embarcaciones que fondean son de uso recreativo, junto a algunas unidades artesanales que tienen base en el Puerto de la Estaca y se desplazan aquí en verano. El material empleado para la construcción de los fondeos era principalmente bidones rellenos de hormigón para la realización de los muertos y algunos rozones. En cuanto al tipo de fondo afectado, predominaron los sustratos rocosos formados por afloramientos de roca y piedras en la base de estos, donde los algales caracterizados por el alga parda *Lobophora variegata* era la comunidad dominante.
- ♦ **Basuras marinas:** Las costas más afectadas de la isla fueron las orientadas al Norte y Este, resultados previsibles teniendo en cuenta el régimen de corrientes de Canarias (figura 9). En cuanto a la naturaleza y composición de las basuras, se observó una gran variedad tanto en la naturaleza como en la procedencia o probable actividad emisora de los residuos. Sin embargo podría decirse que los plásticos de todo tipo fueron los más representados.
- ♦ **Fonds marins (mouillages):** Il n'existe qu'un seul mouillage habituel dans la zone de Las Puntas du littoral d'El Golfo, dans la commune de Frontera. On l'utilise principalement en été car, c'est une zone exposée orientée au nord et elle est affectée par les tempêtes avec cette orientation. Les embarcations qui mouillent dans cette zone sont pour l'utilisation récréative. Il y a aussi quelques unités artisanales qui ont leur base à Puerto de la Estaca et qui se déplacent ici en été. Le matériel utilisé pour la construction des mouillages était principalement des bidons remplis de béton pour la réalisation des corps morts et certaines ancrs. En ce qui concerne le type de fond affecté, les substrats rocheux ont dominé formés par des affleurements de rocher et de pierres sur la base de ceux-ci, où les algues brunes *Lobophora variegata* sont la communauté dominante.
- ♦ **Déchets marins:** Les côtes les plus affectées de l'île ont été celles qui sont orientées au nord et à l'est, des résultats prévisibles en tenant compte du régime des courants des Canaries (figure 9). En ce qui concerne la nature et la composition des déchets, il a été observé une grande variété tant dans la nature que dans la provenance ou probable activité émettrice des résidus. Cependant, on pourrait dire que les plastiques de tout type ont été les plus représentés.



**Figura 9.** Clasificación del litoral estudiado en base al impacto de las basuras marinas y localización de las estaciones muestreadas mediante el método de cuadrículas.

**Figure 9.** Classification du littoral étudié sur la base de l'impact des déchets marins et emplacement des stations échantillonnées par le biais de la méthode des quadrillages.

## **ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA ESTABLECER EL ESTADO AMBIENTAL DE LAS ZONAS LITORALES**

### **INTRODUCCIÓN**

El Análisis multicriterio es una herramienta para toma de decisiones, que emplea una escala de importancia aplicada a distintas características (los criterios), que son las que definirán las opciones más apropiadas a seguir (las alternativas). En OMARCOST se ha utilizado la selección de indicadores para el establecimiento del estado ambiental de las zonas litorales y de su sostenibilidad. Es una de las herramientas más utilizada en el proceso de normalización y ponderación de los indicadores empleados como base para la generación de índices agregados de calidad y de gestión sostenible de los ecosistemas. Dicho análisis, enmarcado en la política marítima integrada y de aguas de la Unión Europea, fue llevado a cabo en una serie de fases que podrían resumirse como: i) Marco e instrumentos de la gestión litoral basada en indicadores, ii) Elaboración y selección de indicadores mediante la participación experta, y iii) Ponderación de indicadores y construcción de índices de calidad y gestión.

## **ANALYSE MULTICRITÈRE POUR ÉTABLIR L'ÉTAT ENVIRONNEMENTAL DES ZONES LITTORALES**

### **INTRODUCTION**

L'analyse multicritère est un outil pour la prise de décisions, qui emploie une échelle d'importance appliquée à différentes caractéristiques (les critères), qui sont ceux qui définiront les options les plus appropriées à suivre (les alternatives). Dans OMARCOST nous l'avons utilisée dans la sélection d'indicateurs pour l'établissement de l'état environnemental des zones littorales et leur durabilité. C'est un des outils les plus utilisé dans le processus de normalisation et de pondération des indicateurs employés comme base pour la génération d'index auxiliaires de qualité et de gestion durable des écosystèmes. Cette analyse, incluse dans le cadre de la Politique Maritime Intégrée et des Eaux de l'Union Européenne, a été menée a bien avec une série de phases qui pourraient être résumées comme suit: i) cadre et instruments de la gestion littorale basée sur des Indicateurs, ii) Elaboration et sélection d'indicateurs par le biais de la participation d'experts, et iii) Pondération d'indicateurs et construction d'index de qualité et de gestion.

## METODOLOGÍA

El método de Análisis Multicriterio empleado ha sido el de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) que consiste en la descomposición de un problema de decisión complejo en un conjunto de comparaciones de alternativas y criterios contra los que éstas se evalúan y la posterior agregación de los resultados mediante el uso de algoritmos, de la que resulta la ordenación de mejor a peor de las alternativas que compiten entre sí. Como primer paso se definió la utilización del método DPSIR (*Driving force, Pressure, State, Impact and Response*) en la preselección de indicadores (ver Cap. IV). Los expertos participantes en la selección de indicadores de los usos del litoral terrestre fueron externos al Proyecto, mientras que los indicadores de “estado” marinos fueron tratados con especialistas del IEO, ITC, GMR Canarias y ULPGC a partir de la experiencia, el proceso de preselección y el trabajo de campo desarrollado en las islas de Fuerteventura, Gran Canaria y El Hierro. La ponderación de indicadores de acuerdo con diferentes criterios propuestos permite seleccionar indicadores por su importancia. El equipo ponderó 3 criterios, según su importancia, considerando la idoneidad (72%), disponibilidad de datos (19%) y facilidad de interpretación (8%).

## MÉTHODOLOGIE

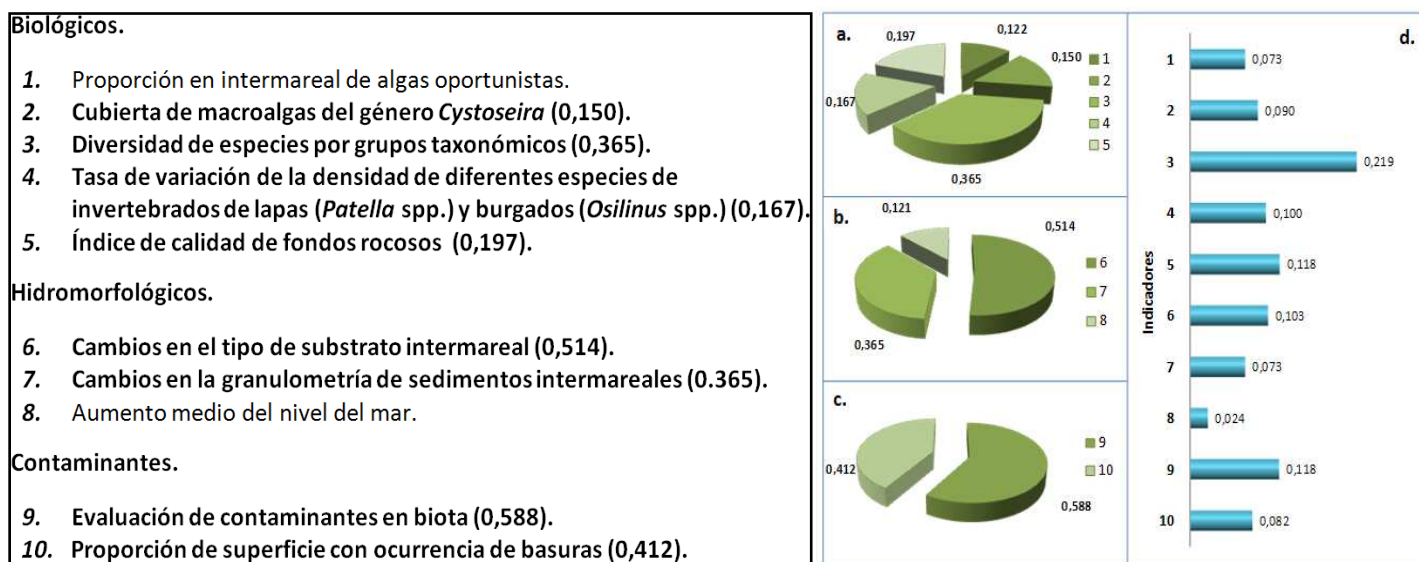
La méthode d'analyse Multicritère employée a été le Processus d'analyse Hiérarchique (*Proceso de Análisis Jerárquico* (AHP)) qui consiste en la décomposition d'un problème de décision complexe en un ensemble de comparaison d'alternatives et de critères. Ces comparaisons sont ensuite évaluées et les résultats obtenus sont ajoutés par le biais d'algorithmes. De là résulte la classification des alternatives qui sont en concurrence entre elles de la meilleure à la pire. Dans un premier temps, nous avons défini l'utilisation de la méthode DPSIR (*Driving force, Pressure, State, Impact and Response*) dans la présélection d'indicateurs (voir Chap. IV). Les experts participants dans la sélection d'indicateurs des utilisations du littoral terrestre ont tous été externes au Projet, alors que les indicateurs “d'état” marins ont tous été traités par des spécialistes de l'IEO, ITC, GMR Canarias et ULPGC à partir de l'expérience, du processus de présélection et du travail sur le terrain développé sur les îles de Fuerteventura, Gran Canaria et El Hierro. La pondération d'indicateurs en accord avec les différents critères proposés permet de sélectionner des indicateurs en fonction de leur importance. L'équipe a pondéré 3 critères, selon leur importance, en considérant la justesse (72%), la disponibilité de données (19%) et la facilité d'interprétation (8%).

## RESULTADOS

En esta sección se presentan algunos de los indicadores de sostenibilidad ambiental seleccionados y las ponderaciones realizadas. En el marco del proyecto se realizó una amplia propuesta de indicadores de estado para el eulitoral e infralitoral (rocoso y arenoso) así como indicadores de fuerza motriz, presión, estado, impacto y respuesta para los principales usos del territorio, es decir, urbano, turístico y agropecuario. Se presenta a continuación una muestra representativa de los resultados obtenidos.

### INDICADORES DE ESTADO DEL EULITORAL (INTERFASE TIERRA-MAR)

Los indicadores se han dividido en tres categorías: biológicos, hidromorfológicos y contaminantes (Figura 1).



**Figura 1.** Listado y ponderación de indicadores: en negrita los de mayor peso (entre paréntesis) según categoría. Gráficos a., b., y c. ponderación realizada a cada una de las categorías (biológica, hidromorfológicos y contaminación). Gráfico d., ponderación global tras aplicar las siguientes importancias: biológicos (0,6) y (0,2) a las otras dos categorías.

## RÉSULTATS

Dans cette section sont présentés certains indicateurs de durabilité environnementale sélectionnés et les pondérations réalisées. Dans le cadre du projet, nous avons réalisé une large proposition d'indicateurs d'état pour l'eulittoral et l'infralittoral (rocheux et sablonneux) ainsi que des indicateurs de force motrice, de pression, d'état, d'impact et de réponse pour les principales utilisations du territoire, c'est-à-dire, urbain, touristique et agropastoral. Nous ne présentons qu'un échantillon représentatif des résultats obtenus.

### INDICATEURS D'ÉTAT DE L'EULITTORAL (INTERPHASE TERRE-MER)

Los indicadores se han dividido en tres categorías: biológicos, hidromorfológicos y contaminantes (Figura 1).

#### Biologiques.

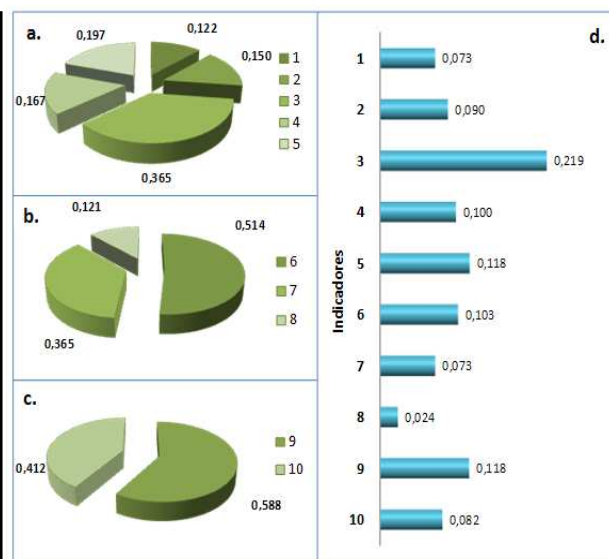
1. Proportion de l'intertidal d'algues opportunistes.
2. Couverture de macroalgues du genre *Cystoseira* (0,150).
3. Diversité d'espèces par groupes taxonomiques (0,365).
4. Taux de variation de la densité de différentes espèces d'invertébrés de patelles (*Patella* spp.) et de bigorneaux (*Osilinus* spp.) (0,167).
5. Index de qualité de fonds rocheux (0,197).

#### Hydromorphologiques.

6. Changements dans le type de substrat intertidal (0,514).
7. Changements dans la granulométrie de sédiments intertidaux (0,365).
8. Augmentation moyenne du niveau de la mer.

#### Polluants.

9. Evaluation de polluants sur le biote (0,588).
10. Proportion de superficie avec présence de déchets (0,412).

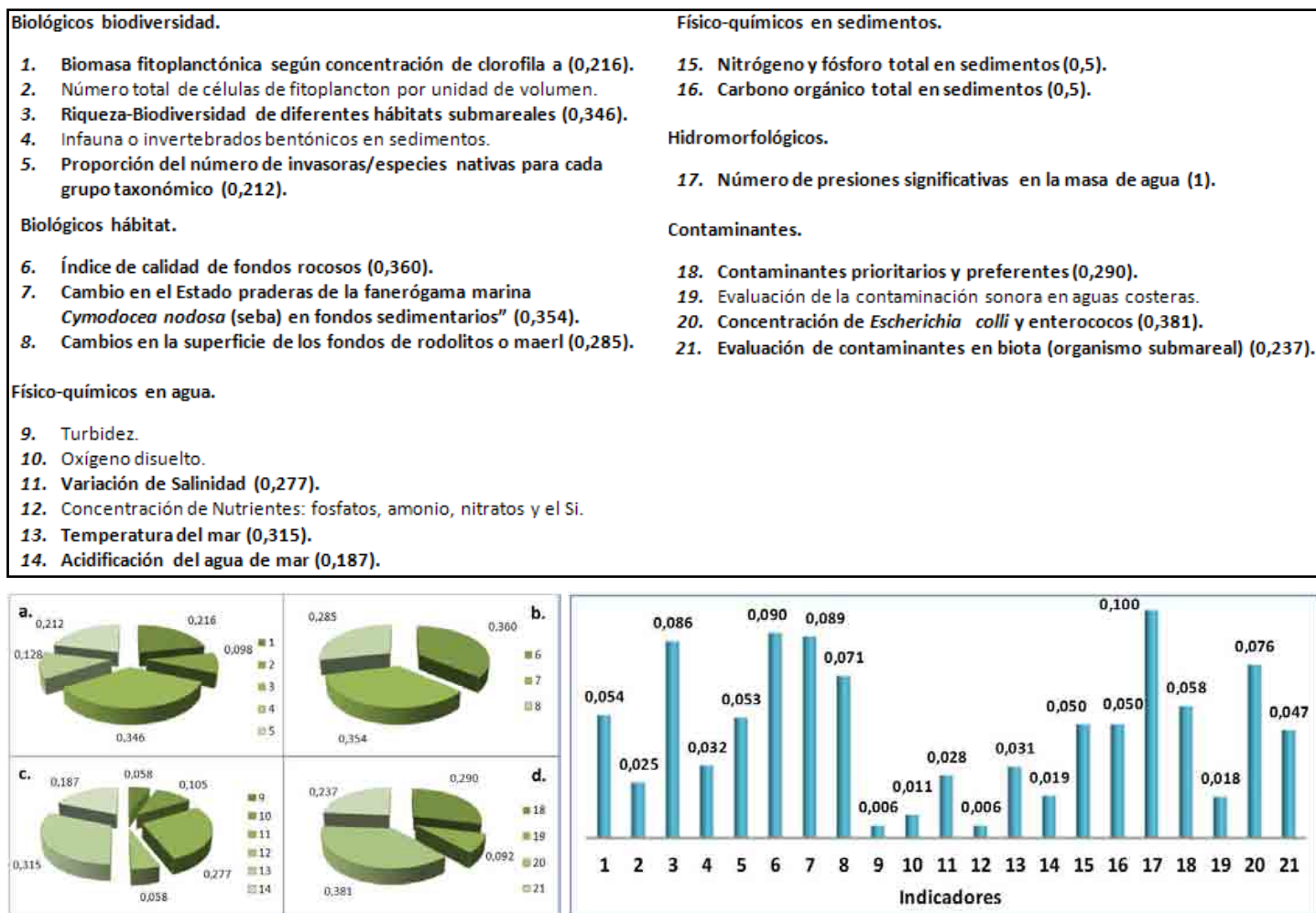


**Figure 1.** Liste et pondération d'indicateurs: en gras, ceux ayant le poids le plus fort (entre parenthèses) selon la catégorie. Graphiques a., b., c. pondération réalisée à chacune des catégories (biologique, hydromorphologique et pollution), Graphique d., pondération globale après avoir appliqué les importances suivantes : biologiques (0,6) et (0,2) pour les deux autres catégories.



INDICADORES DE ESTADO DEL INFRALITORAL

Los indicadores se dividieron en cuatro categorías: biológicos (biodiversidad y hábitat), físico-químicos (agua y sedimento), hidromorfológicos y contaminantes (Figura 2).



**Figura 2.** Listado y ponderación de indicadores: en negrita los de mayor peso (entre paréntesis) según categoría. Gráficos a., b., c. y d.: ponderación realizada a cada una de las categorías (biológica, hidromorfológicos y contaminación). Gráfico barras azules: ponderación global tras aplicar las siguientes importancias: biológicos (0,5), físico-químicos (0,2), hidromorfológicos (0,1) y contaminantes (0,2).

INDICATEURS D'ÉTAT DU INFRA LITTORAL

Les indicateurs ont été divisés en quatre catégories: biologiques (biodiversité et habitat), physique-chimique (eau et sédiment), hydromorphologiques et polluants (Figure 2).

**Biologiques et biodiversité.**

1. Biomasse phytoplanctonique selon la concentration de chlorophylle (0,216).
2. Nombre total de cellules de phytoplancton par unité de volume.
3. Richesse-Biodiversité de différents habitats sublittoraux (0,346).
4. Endofaune ou invertébrés benthiques sur sédiments.
5. Proportion du nombre d'invasisseurs/ espèces natives pour chaque groupe taxonomique (0,212).

**Biologiques habitat.**

6. Index de qualité de fonds rocheux (0,360).
7. Changement dans l'Etat des prairies de la phanérogame marine *Cymodocea nodosa* (seba) sur des fonds sédimentaire (0,354).
8. Changements dans la superficie des fonds de rhodolithes ou maërl (0,285).

**Physique-chimique dans l'eau.**

9. Turbidité.
10. Oxygène dissolu.
11. Variation de Salinité (0,277).
12. Concentration de Nutriments: phosphates, ammonium, nitrates et silicium.
13. Température de la mer (0,315).
14. Acidification de l'eau de la mer (0,187).

**Physiques-chimiques sur des sédiments.**

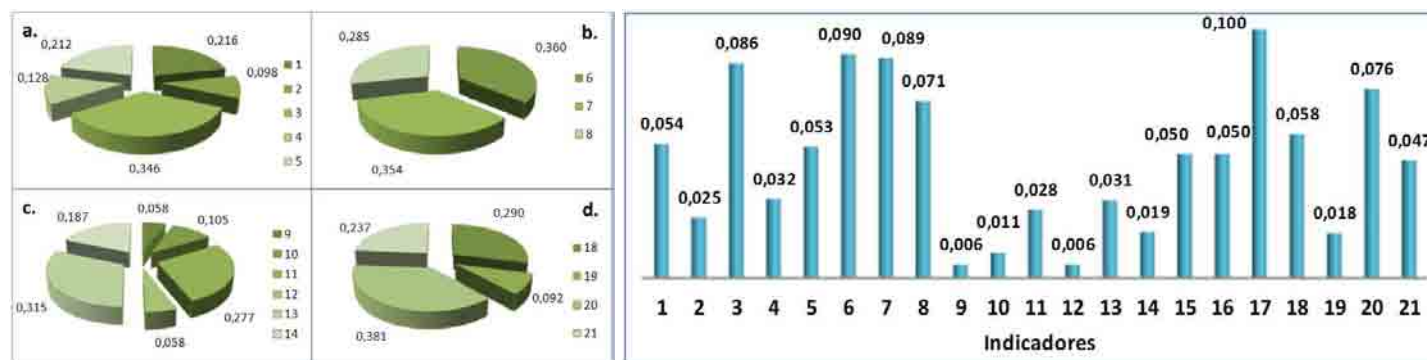
15. Nitrogène et phosphore total sur les sédiments (0,5).
16. Carbone organique total sur les sédiments (0,5).

**Hydromorphologiques.**

17. Nombre de pressions significatrices sur la masse d'eau (1).

**Polluants.**

18. Polluants prioritaires et préférentiels (0,290).
19. Evaluation de la pollution sonore dans les eaux côtières.
20. Concentration d'*Escherichia coli* et d'entérocoques (0,381).
21. Evaluation de polluants dans le biote (organisme subtidal) (0,237).



**Figure 2.** Liste et pondération d'indicateurs: en gras ceux ayant le poids le plus fort (entre parenthèses) selon la catégorie. Graphiques a., b., c., d.: pondération réalisée à chacune des catégories (biologique, hydromorphologiques et pollution.). Barres bleues graphique: pondération globale après avoir appliqué les importances suivantes: biologiques (0,5), physique-chimique (0,2), hydromorphologiques (0,1), polluants (0,2).

## **II. RED DE INVESTIGACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL LITORAL**

### **PANEL MIXTO DE EXPERTOS EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Se elaboró una red de trabajo de investigadores y expertos en gestión ambiental, integrada por 8 expertos del IEO, 4 del ITC, 2 de GMR Canarias y 3 de Marruecos. La información relativa a sus datos profesionales identificativos, así como a su perfil profesional, se recogió en un documento. Así, el panel mixto consideró especialistas en el funcionamiento de los ecosistemas y respuesta al cambio climático; en la calidad del medio marino y sus recursos; en biología molecular, microbiología, microalgas, biotecnología, ecofisiología, bioquímica marina; en sostenibilidad de recursos marinos vivos renovables; en diseño y seguimiento de áreas marinas protegidas; en desarrollo de herramientas relacionadas con la gestión costera y selección de indicadores medioambientales, en sistemas de información geográfica (SIG) aplicados en el ámbito del medio marino ... y un largo etcétera.

## **II. RÉSEAU DE RECHERCHE POUR LA DURABILITÉ ENVIRONNEMENTALE LITTORALE**

### **PANEL MIXTE D'EXPERT EN GESTION ENVIRONNEMENTALE**

Un réseau de travail de chercheurs et d'experts en gestion environnementale a été intégré par 8 experts de l'IEO, 4 de l'ITC, 2 de GMR Canarias et 3 du Maroc. L'information relative à leurs données professionnelles identificatrices, ainsi qu'à leur profil professionnel, a été recueillie dans un document. Ainsi, le panel mixte a réunit des spécialistes dans le fonctionnement des écosystèmes et en réponse au changement climatique; dans la qualité du milieu marin et ses ressources; en biologie moléculaires, microbiologie, microalgues, biotechnologie, écophysiologie, biochimie marine; en durabilité de ressources marines vivantes renouvelables ; dans l'élaboration et le suivi de zones marines protégées ; dans le développement d'outils en rapport avec la gestion côtière et la sélection d'indicateurs environnementaux, dans des systèmes d'information géographique (SIG) appliqués dans le domaine du milieu marin ... et une longue liste d'etcétera.



Algunos ejemplos de las diferentes reuniones de trabajo desarrolladas en Agadir (en la sede del Consejo Regional de Souss Massa Drâa), en Gran Canaria (en la sede del ITC) y en las instalaciones de GMR Canarias.

Exemples des différentes réunions de travail développées à Agadir (au siège du conseil Régional de Souss Massa Drâa), à Gran Canaria (au siège de l'ITC) et dans les installations de GMR Canarias.

Fotografías · Photographies: GMR Canarias.

## PROGRAMAS DE VIGILANCIA: BASURAS MARINAS Y FONDEADEROS

Con los resultados de los indicadores para la evaluación ambiental de zonas litorales canarias anteriormente descritos, y con el consenso de los socios marroquíes de la región de Sous Massa-Drâa, se propusieron las directrices para mejorar la sostenibilidad de los espacios naturales y establecieron los protocolos de seguimiento del estado ambiental de la franja costera de Agadir, a través de los documentos *“Propuesta de Plan de Seguimiento de Basuras Marinas en la costa de Agadir”* y *“Propuesta de Plan de Seguimiento de Fondeaderos en la costa de Agadir”*.



Fotografía · Photographies: José Francisco Glez.

## PROGRAMMES DE SURVEILLANCE: DÉCHETS MARINS ET MOUILLAGES

Avec les résultats des indicateurs pour l'évaluation environnementale de zones littorales canariennes décrits antérieurement, et avec le consentement des partenaires marocains de la région de Sous Massa-Drâa, les directrices pour améliorer la durabilité des espaces naturels ont été proposées et les protocoles de suivi de l'état environnemental de la frange côtière d'Agadir ont été établis, à travers les documents *“Proposition de Plan de Suivi de Déchets marins sur la côte d'Agadir”* et *“Proposition de Plan de Suivi de Mouillages sur la côte d'Agadir”*.



### IMPACTO OCASIONADO POR LAS BASURAS MARINAS

El desarrollo de un plan de evaluación de las basuras en la costa suministrará información de tipo cualitativa y cuantitativa sobre diferentes aspectos:

1. Los cambios en la composición de la basura podrían aportar datos de diferente tipo como: (i) las actividades fuente o generadoras de los residuos, (ii) posible procedencia geográfica de la basura, (iii) introducción de nuevos residuos como respuesta a cambios en el comportamiento de los sectores de la actividad económica, (iv) resultados de las políticas de reducción de residuos.
2. Evolución cuantitativa de las basuras presentes en el medio ambiente marino, valorando los siguientes parámetros: (i) número de artículos, (ii) peso de la basura, (iii) volumen de basura, (iv) tamaño de los residuos.
3. Las amenazas potenciales sobre la biota y los ecosistemas marinos.

Por otra parte, la escala espacial debe contemplar un enfoque con varios niveles que permitan el análisis a nivel local y regional, puesto que el factor geográfico aportará información tanto sobre la localización de las zonas de depósito, como sobre la posible ubicación de las principales fuentes emisoras.

### IMPACT OCCASIONNÉ PAR LES DÉCHETS MARINS

Le développement d'un plan d'évaluation des déchets sur la côte fournira de l'information de type qualitative et quantitative sur différents aspects:

1. Les changements dans la composition des déchets pourrait apporter des données de différent type comme: (i) les activités sources ou génératrices des résidus, (ii) possible provenance géographique des déchets (iii) introduction de nouveaux résidus comme réponse à des changements dans le comportement des secteurs de l'activité économique, (iv) résultat des politiques de réduction de résidus.
2. Evolution quantitative des déchets présents dans le milieu marin, en évaluant les paramètres suivants: (i) nombre d'articles, (ii) poids des déchets, (iii) volume de déchets, (iv) taille des résidus.
3. Les menaces potentielles sur le biote et les écosystèmes marins.

D'un autre côté, l'échelle spatiale doit contempler une orientation avec plusieurs niveaux qui permettent l'analyse à un niveau local et régional, puisque le facteur géographique apportera de l'information tant sur l'emplacement des zones de déposition, que sur la situation possible des principales sources émettrices.

IMPACTO OCASIONADO POR EL FONDEO DE EMBARCACIONES, en tres pasos:

1. Identificación de las estructuras ecológicas y funciones de especial importancia: identificación de los fondos marinos ocupados por hábitats considerados estructurantes o de especial vulnerabilidad.
2. Valoración del nivel de las presiones humanas relacionadas con el fondeo de embarcaciones y su delimitación espacial en las áreas de estudio.
3. Para los diferentes componentes del ecosistema y presiones, se procederá a la identificación de atributos e indicadores para evaluar el estado. Se implementarán indicadores basados en el área de cobertura de los hábitats, así como en el porcentaje de área afectado por las presiones. En el caso de los indicadores referidos a la especie y/o especies estructurantes, siempre que sea posible, se emplearán diversos índices basados en parámetros de tipo ecológico como la riqueza específica y la diversidad.

IMPACT OCCASIONNÉ PAR LE MOUILLAGE D'EMBARCATIONS, en trois étapes:

1. Identification des structures écologiques et ayant des fonctions d'importance spéciale: identification des fonds marins occupés par des habitats considérés structurants ou de vulnérabilité spéciale.
2. Evaluation du niveau des pressions humaines en rapport avec les mouillages d'embarcations et leur limitation spatiale dans les zones d'étude.
3. Pour les différents composants de l'écosystème et les pressions, on procèdera à l'identification d'attributs et d'indicateurs pour évaluer l'état. Il faudra mettre en place des indicateurs basés sur la zone de couverture des habitats, ainsi que sur le pourcentage de zone affecté par les pressions. Dans le cas des indicateurs qui font référence à l'espèce et/ou aux espèces structurantes, dans la mesure du possible, nous emploierons divers index basés sur des paramètres de type écologique comme la richesse spécifique et la diversité.

### III. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL LITORAL

#### MÁSTER INTERNACIONAL EN GESTIÓN INTEGRADA Y VALORIZACIÓN DE ZONAS LITORALES

El IEO participó en la elaboración del *“PARCOURS 2: Valorización de los Recursos Costeros. Módulo 10: Valorización de los recursos naturales II: Pesca”*, como parte de un programa de máster internacional para su futura implementación en la Universidad de Ibn Zhor (Agadir). Su contenido se estructuró en materias teóricas y actividades de prácticas.

Materias	Volumen horario
Descripción de la actividad pesquera	3 H
Seguimiento de la actividad pesquera	6 H
Unidades de gestión	3 H
Estrategias de gestión	4 H
Valorización y trazabilidad de los productos pesqueros	3 H
Impacto de la pesca sobre el ecosistema	4 H
Metodología para el estudio y evaluación del impacto	3 H
<b>Total</b>	<b>26 H</b>

Actividades prácticas	Duración en horas
	Trabajo de campo
Descripción de la actividad pesquera	8 H
Seguimiento de la actividad pesquera	20 H
Unidades de gestión	8 H
Estrategias de gestión	8 H
Valorización y trazabilidad de los productos pesqueros	15 H
Impacto de la pesca sobre el ecosistema	10 H
Metodología para el estudio y evaluación del impacto	10 H
<b>Total</b>	<b>79 H</b>

### III. TRANSFERTS DE CONNAISSANCES POUR LA GESTION INTÉGRÉE DU LITTORAL

#### MASTER INTERNATIONAL EN GESTION INTÉGRÉE ET VALORISATION DE ZONES LITTORALES

L'IEO a participé à l'élaboration du *“PARCOURS 2: Valorisation des Ressources côtières. Module 10: Valorisation des ressources naturelles II: Pêche”*, comme partie d'un programme de master international pour sa future mise en place à l'Université d'Ibn Zhor (Agadir). Son contenu est structuré sur des matières théoriques et des activités pratiques.



#### IV. BIBLIOGRAFÍA · BIBLIOGRAPHIE

- AFONSO-CARRILLO, J. & M. SANSÓN. 1999. Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica. Santa Cruz de Tenerife. Universidad de la Laguna: 254 pp.
- ASCHERSON, P. 1870. [Sitzungs-Bericht Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin am 16 Februar 1869]. Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin 1869: 4.
- BARBERÁ, C., F. TUYA, A. BOYRA, P. SÁNCHEZ-JEREZ, I. BLANCH & R.J. HAROUN. 2005. Spatial variation in the structural parameters of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows in the Canary Islands: a multiscaled approach. Botánica Marina, 48: 122-126.
- BARBOSA, M.C. & M. FERREIRA. 2007. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. Waste Management, 27 (6): 833-839.
- BOC 112/2010. LEY 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas. Boletín Oficial de Canarias de 9 de junio de 2010: 15200-15225.
- BOE nº 46 de miércoles 23 de febrero de 2011. Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.
- BRITO A., P.J. PASCUAL, J.M. FALCÓN, A. SANCHO y G. GONZÁLEZ. 2002. Peces de las Islas Canarias. Catálogo comentado e ilustrado. La Laguna: Lemus: 419 pp.
- Diario Oficial de la Unión Europea del 25 de junio de 2008. DIRECTIVA 2008/56/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina).
- ESPINO, F., M. GARRIDO, R. HERRERA y O. TAVÍO. 2003. Seguimiento de las poblaciones de especies amenazadas 2003. *Cymodocea nodosa*. Prog. SEGA. Prom. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.
- GALGANI, F., D. FLEET, J. VAN FRANEKER, S. KATSANEVAKIS, T. MAES, J. MOUAT, L. OOSTERBAAN, I. POITOU, G. HANKE, R. THOMPSON, E. AMATO, A. BIRKUN & C. JANSSEN. 2010. Marine Strategy Framework Directive – Task Group 10 Report Marine litter. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg: 48 pp.
- GONZÁLEZ-LORENZO, G., E. MESA-HERNÁNDEZ, A. BRITO-HERNÁNDEZ, G. PÉREZ-DIONIS, J. BARQUÍN Y B. GALVÁN-SANTOS. 2006. Distribución de *Patella candei* d'Orbigny en las Islas Canarias. XIV Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino. Universidad de Barcelona Septiembre de 2006.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, R.M. y J. AFONSO-CARRILLO. 1990. Estudio fenológico de cuatro especies de *Cystoseira* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) en Punta del Hidalgo, Tenerife (Islas Canarias). Vieraea 18: 205-234.
- HERNÁNDEZ-DORTA, F.J. 1992. Revisión del género *Patella* Linné, 1758 (Mollusca, Gastropoda) en las Islas Canarias. Vieraea vol. 21: 109-136.
- LLORET, J., N. ZARAGOZA, D. CABALLERO & V. RIERA. 2008. Impacts of recreational boating on the marine environment of Cap de Creus (Mediterranean Sea). Ocean & Coastal Management 51: 749-754.
- MINISTERIO MEDIO AMBIENTE RURAL Y MARINO. 2004. Estudio ecocartográfico del litoral de las islas de Fuerteventura y Lobos (Las Palmas).
- MEDINA, M & R. HAROUN. 1994. Dinámica regresiva de una pradera submareal de *Cystoseira abies-marina* (Cystoseiraceae, Phaeophyta) en la isla de Tenerife. Vieraea 23: 65-71.
- MINISTERIO MEDIO AMBIENTE RURAL Y MARINO. 2004. Estudio ecocartográfico del litoral de las islas de Fuerteventura y Lobos (Las Palmas).
- NÚÑEZ, J., M.C. BRITO, R. RIERA, J.R. DOCOITO y O. MONTERROSO. 2003. Distribución actual de las poblaciones de *Patella candei* D'Orbigny, 1840 (Mollusca, Gastropoda) en las islas Canarias. Una especie en peligro de extinción. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 19 (1-4): 371-377.
- ORBIGNY A.D. d'. 1839-1842. Mollusques, Echinodermes, Foraminifères et Polypiers recueillis aux Iles Canaries par MM. Webb et Berthelot et décrits par Alcide d'Orbigny. Mollusques. Béthune, Paris: 117 pp.
- OSPAR Commission, 2010. Guidelines for monitoring marine litter on the beach in the OSPAR Maritime Area.

PAVÓN-SALAS, N., R. HERRERA, A. HERNÁNDEZ-GUERRA & R. HAROUN. 2000. Distributional pattern of seagrasses in the Canary islands (Central- East Atlantic Ocean). *Journal of Coastal Research*, 16 (2): 329-335.

REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO. 1995a. Distribution and reproductive phenology of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Canary Islands. *Aquatic Botany*, 50: 171-180.

REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO. 1995b. Leaf phenology, growth and production of the seagrass *Cymodocea nodosa* at El Médano (south of Tenerife, Canary Islands). *Botánica Marina*, 38 (6): 457-465.

RODRÍGUEZ, M., Ó. PÉREZ, E. RAMOS, Ó. MONTERROSO, R. RIERA, J. SÁNCHEZ, A. SACRAMENTO, M. C. GIL-RODRÍGUEZ, A. CRUZ, T. MORALES, C. SANGIL y S. DOMÍNGUEZ. 2008. Estudio de la distribución y tamaño de población de la especie *Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin) C. Agardh, 1820 en Canarias. C.I.M.A - Informe Técnico (29): 188 pp.

SANTOS F., M. de CASTRO, M. GÓMEZ-GESTEIRA & I. ÁLVAREZ. 2012. Differences in coastal and oceanic SST warming rates along the Canary upwelling ecosystem from 1982 to 2010. *Cont. Shelf Res.*, 47: 1-6.

TITSELAAR, F.F.L.M. 1998. A revision of the recent European Patellidae (Mollusca: Gastropoda). Part 1. The Patellidae of the Azores, Madeira, The Selvagens and the Canary Island. *Vita Marina* vol. 45(3-4): 21-62.

WILDPRET, W., M.C. GIL-RODRÍGUEZ y J. AFONSO-CARRILLO. 1987. Cartografía de los Campos de algas y praderas de fanerógamas marinas del piso infralitoral del archipiélago canario. Departamento de Botánica, Facultad de Biología, Universidad de La Laguna. Tomos I, II y III.